

1998年6月25日

電子・情報工学専攻		紹介教官氏名	太田 昭男
申請者氏名	河野 健二		

論文要旨 (博士)

論文題目	銀被覆 Bi2223 超伝導テープ表面の磁束密度分布に関する研究
------	----------------------------------

走査型ホール素子法を用いて、銀被覆加工法で作製された $(\text{Bi,Pb})_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (Bi-2223系)超伝導テープ材料表面における磁束密度分布を測定し、臨界状態モデルを用いた測定結果の解析を行った。測定及び解析より、超伝導テープ材料の電気的・磁気的特性を理解すると共に材料の特性を非破壊的に評価した。測定には、Powder-In-Tube(PIT)法を用いて作製された銀シース Bi-2223 超伝導テープ線材と、スクリーン印刷法で作製された様々な形状を持つ銀被覆 Bi-2223 超伝導印刷テープの2種類を用いた。

銀シース Bi-2223 超伝導単芯テープ線材を用いた垂直磁場中および残留状態での測定および解析から、測定された磁束密度分布は平行磁場中の臨界状態モデルでは理解できないことを示した。また、残留磁場の振る舞いは印加する外部磁場の大きさに依存するが、中心到達磁場の2倍以上の外部磁場を印加した後では、残留磁場は外部磁場の大きさによらず一定となることが確認された。残留磁場が外部磁場の大きさに依存しない状態を完全臨界状態と定義し、全ての残留磁場の測定は試料を完全臨界状態に至らしめた状態で行った。

圧延時の荷重を変化させて銀シース Bi-2223 超伝導単芯テープ線材を作製し、各試料の残留磁場分布を測定した。試料の J_c は圧延荷重に依存しており、荷重の増加にともない J_c は上昇し0.25GPaの荷重で最高値を示した後、さらに荷重を増加させると J_c は低下した。残留磁場分布の測定から、最適荷重以下の荷重で作製された全ての試料において J_c は超伝導コア内で分布しており、試料端部で J_c は最も高いことが分かった。また、荷重の増加にともない J_c の高い領域が試料端部から中央部に広がっていき、試料全体の J_c も上昇する。また、高荷重領域での J_c の低下はソーセージングが原因であることを示した。

様々な形状を持つ銀被覆 Bi-2223 超伝導印刷テープを用いた測定では、それぞれの試料形状を反映した残留磁場分布が得られた。長方形試料を用いた測定および解析から、残留磁場分布から得られた J_c の値は直流四端子法で得られた値とほぼ一致した。直流四端子法が適応できない形状を有する試料にも同様の解析を行い、それぞれの J_c を評価した。このことから、走査型ホール素子法が、直流四端子法に代る J_c 評価法として有効であることを示した。

銀シース Bi-2223 超伝導単芯および61芯テープ線材に直流電流を通電し、通電電流が作る自己磁場を測定し、超伝導線材の導電機構が銀とは大きく異なることを示した。超伝導線材の場合、自己磁場はヒステリシス的な振る舞いを示し、コア内の電流分布はNorrisの理論と定性的に一致することが分かった。また、61芯線材の自己磁場分布は単芯線材の結果とよく一致しており、多芯化しても試料内の電流分布は変化しないことが確認された。交流通電損失の研究から、損失はヒステリシス損失が支配的であり、多芯化しても損失は低減されないことが知られている。今回の研究結果は交流通電損失の研究結果と一致しており、自己磁場分布と交流通電損失には密接な関係があることが明らかになった。